



**UNIVERSIDAD  
ANDRÉS BELLO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES DE  
PRODUCTIVIDAD OEE (EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS) EN  
PLANTA METALICO RHEEM CHILE.”**

**FELIPE ALEJANDRO CONTRERAS VERGARA**

**PROFESOR GUÍA: CRISTIAN VERGARA NOVOA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**SANTIAGO – CHILE**

**JUNIO, 2018**



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y PROPIEDAD**

Yo, Felipe Alejandro Contreras Vergara, declaro que este documento no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Santiago, 30 de JUNIO 2018

---

Firma del alumno

*A mi padre, por su confianza,*  
*A mi madre, por su profunda dedicación,*  
*ternura y apoyo incondicional*  
*A mis hermanos, por sus*  
*constantemente alientos en los momentos de flaqueza*  
*A mi Tío Luis Vergara por apoyarme y creer en mí.*  
*A mi Tía Cristina Vergara quien estuvo ahí*  
*día tras día durante este largo proceso*  
*A Mi novia Elisa, por entenderme y apoyarme en los momentos*  
*adversos y corresponderme con este hermoso sentimiento...*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A las personas que de alguna u otra forma me transmitieron sus conocimientos, en particular a Don Felipe Barrientos quien ha sido mi mentor y amigo en este largo proceso, Al profesor Cristian Vergara Novoa quien fue de vital importancia entregándome sus conocimiento y apoyo continuo durante este proceso, al cual hemos podido dar termino con éxito.*

*A mis padres, por todo el esfuerzo que realizaron para entregarme las herramientas necesarias y así poder lograr los objetivos que me he propuesto.*

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1 Importancia de resolver el problema.....	2
I.2 Breve discusión bibliográfica.....	5
I.2.1 Cálculo de la eficiencia global de equipo OEE....	8
I.2.2. Clasificación del OEE.....	10
I.3. Contribución del trabajo .....	11
I.4.a. Objetivo General.....	11
I.4.b. Objetivo Específico .....	11
I.5. Organización y presentación de este trabajo.....	12
II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO	
II.1 Descripción de la organización.....	13
II.2 Descripción de la unidad bajo estudio.....	14
II.3 Productos elaborados por la línea número 6 y descripción del proceso productivo .....	17
II.4. Limitaciones y alcances del proyecto .....	19
II.5 Normativa y leyes asociadas al proyecto .....	20
III.1. Descripción de problemas y oportunidades de mejora.....	21
III.2. Oportunidad de mejoras.....	22
IV.INGENIERÍA DEL PROYECTO	
IV.1. Disponibilidad de planta .....	23
IV.2. Tiempo Operativo.....	25

IV.3. Punto de control.....	26
IV.4. Registro de actividades .....	26
IV.5. Obtención de la base de datos .....	28
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	
GENERALES.....	39
V.1 Recomendaciones.....	40
V.1. Conclusión.....	41
GLOSARIO.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	44
ANEXOS.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

I-1: clasificación de acuerdo a porcentaje obtenido en el OEE.....	10
II-2: Puestos de trabajo y rendimiento estándar.....	16
II-3: unidades producidas en línea número 6 desde enero 2016- a junio 2018.....	17
IV-4: Calculo de horas disponible para utilización de maquina semanal.....	23
IV-5: Horas disponibles para producir mensualmente el año 2016.....	24
IV-6: Codificación, descripción y rendimientos de los puestos de trabajos correspondientes al ERP SAP.....	26
IV-7: Descripción de actividades para notificar motivos ocurrido en línea productiva durante el proceso de producción.....	27
IV-8: Tabla dinámica consolidada de los motivos productivos acontecidos en la línea de procesos.....	32
IV-9: Tabla para la construcción de cascada de perdida.....	33
IV-10: Tabla para la construcción del diagrama de Pareto en donde se muestran los tiempos de pérdidas generados en la línea de proceso...	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

I.1 Diagrama OEE.....	10
II.2: Descripción de componente y lay-out línea de procesos número 6 .....	14
II.3: Tambores 55 galones tapa removible y tapa fija .....	18
II.4: Cálculo de horas disponible para utilización de maquina semanal .....	18
IV.5: Dinámica del OEE acumulado periodo 2017 a mayo 2018.....	30
IV.6: Gráfico de comportamiento de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE acumulado enero 2018 .....	31
IV.7: Cascada de pérdida correspondiente al periodo enero 2018 .....	34
IV.8: Diagrama de tiempos de pérdida.....	37
IV.9: Panel de seguimiento línea de procesos número 6.....	38





## **I. INTRODUCCIÓN**

Este proyecto muestra los resultados obtenidos a lo largo de dos años de trabajo sobre el estudio e implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (OEE), el cual se desarrolló en una empresa dedicada a la elaboración de tambores metálicos, llamada Rheem chilena.

Debido a que la compañía debe preocuparse por mantenerse en el tiempo con el fin de aumentar su rentabilidad siendo mucho más competitiva mediante la mejorar sus procesos a través del uso constante de herramientas que les permitan obtener información de las actividades que se realizan dentro de la empresa. Entre estas actividades se encuentra la elaboración de productos comercializados, donde se miden distintas variables como la capacidad de las distintas líneas productivas, la calidad de sus producciones y los productos elaborados, la disponibilidad de las máquinas y del operador, entre otros.

Con la finalidad de medir todas las variables expuestas con anterioridad se realizó este proyecto, con el propósito de entregar resultados objetivos a la Gerencia y subgerencia de la compañía acerca de los procedimientos que están llevando a cabo en la producción de sus líneas de elaboración de tambores metálicos y la relación que tienen de forma positiva o negativa, ya sea con la velocidad de las líneas de procesos, disponibilidad, avería de máquinas, falta de personal, entre otros.

Esto será demostrado a través de datos reales recogido en la línea de producción seleccionada (línea número 6, en la cual se elaboran tambores de 55 y 60 galón con tapa fija y tapa removible).

Se entregará una herramienta, la cual en la actualidad es inexistente para sus líneas productivas, dando una visión general de cómo se están utilizando los recursos y en dónde se deberá aplicar distintas metodologías para la eliminación de pérdidas, entregando información diaria del comportamiento de la Línea productiva siendo presentada de forma gráfica y apoyada mediante una cascada de pérdida, la cual mostrará de forma visual dónde se presentan las mayores pérdidas, buscando la aproximación al rendimiento máximo de las líneas y así cumplir con el objetivo planteado.

### **I.1. Importancia de resolver el problema**

Esta herramienta toma vital importancia ya que el objetivo de la compañía es elaborar diversos productos requeridos por el mercado los cuales deben ser producidos dentro de los estándares de calidad exigidos por los consumidores y en los tiempos requeridos. Es por esto de un adecuado y efectivo funcionamiento de las maquinas utilizadas en la elaboración de dichos productos, ya que de esta forma podemos garantizar un producto con un valor competitivo frente al mercado y que puedan ser despachados en los tiempos que corresponden según lo solicitado, siendo capaz de genere una rentabilidad aceptable para la compañía, ya que de no ser así además del aumento considerado de costos por pérdidas de tiempos de producción, cuellos de botella,

generación de scrap<sup>1</sup>, atrasos de entrega entre otros, esto podría tornarse en algo insostenible en el tiempo para la compañía ya que el valor del producto aumenta y en vez de generar una margen de ganancia este producto por sus elevados costos de producción generaría un gasto y por ende pérdidas para las compañía.

De esta necesidad y la búsqueda de la mejora continúa establecida por la gerencia nace la obligación de crear una herramienta que entregue a la compañía respuestas de lo que se está haciendo, como se está haciendo, qué cosa se está haciendo mal y qué datos se deben considerar a la hora de tomar decisiones con respecto a la eficiencia dentro de la producción, sin dejar de lado las consecuencias que esto puede generar en las utilidades de la compañía.

El utilizar como base un indicador de nivel internacional conocido como OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de Equipos, el cual muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. Donde sus diferencias son aportadas por las pérdidas de tiempo, pérdida de calidad y pérdida de velocidad.

Esta herramienta es ideal para la compañía ya que identifica las distintas detenciones de la línea de producción número 6, entregando una guía de donde enfocarse y cuáles son las actividades que generan mayores pérdidas de tiempo con el fin de poder darle una pronta solución y de esta manera generar una disminución en los tiempos de aquellas actividades que no generan un valor agregado a la línea de procesos, además ayudara considerablemente en la disminución de cuellos de botella de las líneas de procesos número 6, contribuirá a la

---

<sup>1</sup> Scrap: Rechazo interno de producción. <http://maquinariadepintura.blogspot.es/i2008-01/>

disminución de scrap o rechazo interno de producción, paros no programados que diariamente se generan en la línea de proceso, por otro lado servirá para la toma de decisiones sobre nuevas inversiones, ya que establece una relación entre el rendimiento de las operaciones con la toma de decisiones de carácter financiero.

Con los resultados se pretende obtener beneficios para la compañía al disminuir sus costos, y beneficios al trabajador, ya que se generarán mejoras en su puesto de trabajo disminuyendo las barreras que le imposibilitan su óptimo desempeño, junto a esto el generar menos scrap y reprocesos se generarán beneficios al medio ambiente reduciendo los desechos producidos por las ineficiencias detectadas a través de esta herramienta.

La metodología de medición de eficiencia general de equipos tiene como fin resolver problemas prácticos a través de toma de datos y de la utilización de herramientas de ingeniería (análisis estadísticos, diagrama de Pareto, diagramas de causa efecto, entre otros), con el fin de reducir los tiempos muertos provocados por paros no programados en las líneas de proceso, ya sea aumentando los tiempos de mantención o buscando soluciones prácticas a los problemas encontrados a través del uso de la metodología en cuestión.

Otro de los fines de este método, es facilitar los cálculos de medición de la eficiencia global de equipos OEE, ya que si se busca en libros o internet la forma de abordar el tema, sólo se menciona la forma de calcularlo con las fórmulas de cada indicador involucrado, pero no entrega una idea clara de cómo y dónde obtener cada dato requerido, no se encuentran pautas de la metodología o de los pasos a seguir para obtener resultados coherentes, no hay información de cómo ordenar los

datos recopilado que se requieren para hacer los cálculos y de cómo llevar los resultados obtenidos a conclusiones que sirvan tanto a nivel de planta y no sólo a nivel de compañía.

Esta técnica se crea con el propósito de entregar una herramienta para recolectar datos y posteriormente analizarlos, además hacer relaciones de indicadores asociados a cualquier proceso de producción como lo son la disponibilidad, la calidad y el rendimiento. Principalmente se busca encontrar mejoras en los procesos y, además, sugiere cómo estudiar el comportamiento de las líneas de proceso, ya sea por turnos, horas trabajadas por días, semanas, meses o como le sea más conveniente a la compañía en la cual se va a implementar dicha metodología.

## **I.2. Breve discusión bibliográfica**

La herramienta OEE al ser versátil, combinar diversos aspectos de la producción y entregar puntos referenciales para la entrega de información sobre los distintos procesos; se convierte en una herramienta integral de evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes subcomponentes del proceso de producción (disponibilidad, rendimiento y calidad) y de esta forma medir las mejoras reales en las distintas metodologías que deseen implementar en la búsqueda de alcanzar los objetivos planificados como por ejemplo 5S, metodología Lean Manufacturing, TPM o las diversas herramientas generadas por las áreas involucradas en busca de la optimización de sus procesos.

Debido que de las tres razones que forman el OEE, es posible determinar lo que falta para el cumplimiento total de la máquina o si se ha desperdiciado por disponibilidad (la maquina estuvo cierto tiempo detenida), eficiencia (la maquina estuvo trabajando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producidos unidades defectuosas).

“Se definen los conceptos de Efectividad Global del Equipamiento (OEE) como una herramienta de mejora continua, enmarcado en la industria manufacturera actual y su relación con el Mantenimiento Productivo Total (TPM), y como el mismo mide a diferencia de otros indicadores en un solo ratio el porcentaje de efectividad de las máquinas y líneas con respecto a su máquina ideal equivalente; el cual es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Esta clasificación proviene de la filosofía del TPM, en la que se definen “Seis Grandes Pérdidas”. Estas pérdidas hacen reducir el tiempo efectivo del proceso y la producción óptima a alcanzar y por lo tanto la elevación del costo de producción”. (González, 2009).

“TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos atribuibles a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debido al estado de los equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total. " (RENOVE TECNOLOGIA, 2012).

“Las seis grandes pérdidas, desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas (denominadas las <seis grandes pérdidas>) que reducen la efectividad por interferir con la producción:

1. Fallos del equipo, que producen pérdidas de tiempo inesperadas.
2. Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo, al cambiar una matriz, o al hacer un ajuste.
3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.
4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
5. Defectos en el proceso, que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.



6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

El análisis cuidadoso de cada una de estas causas de baja productividad lleva a encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar estas últimas. Es fundamental que el análisis sea hecho en conjunto por el personal de producción y el de mantenimiento, porque los problemas que causan la baja productividad son de ambos tipos y las soluciones deben ser adoptadas en forma integral para que tengan éxito.” (RENOVE TECNOLOGIA, 2012).

### **I.2.1 Cálculo de la eficiencia global de equipo OEE**

El Cálculo del OEE es el resultado de la multiplicación de las tres razones porcentuales mencionadas con anterioridad: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Como se muestra en la siguiente ecuación

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (1)$$

De esta forma la disponibilidad es la proporción de tiempo en que el proceso o equipo está operativo, con respecto al tiempo total disponible o planificado para producir, la disponibilidad es afectada por las paradas que tienen el proceso o equipo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo planificado para Producir}} \quad (2)$$

El rendimiento, conceptualmente, es la fracción de producción real que se produce en tiempo productivo, con respecto a la producción teórica, siendo este rendimiento afectado por la velocidad y las pequeñas paradas (menores de 10 minutos) que sufre el equipo o proceso.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion teorica}} \quad (3)$$

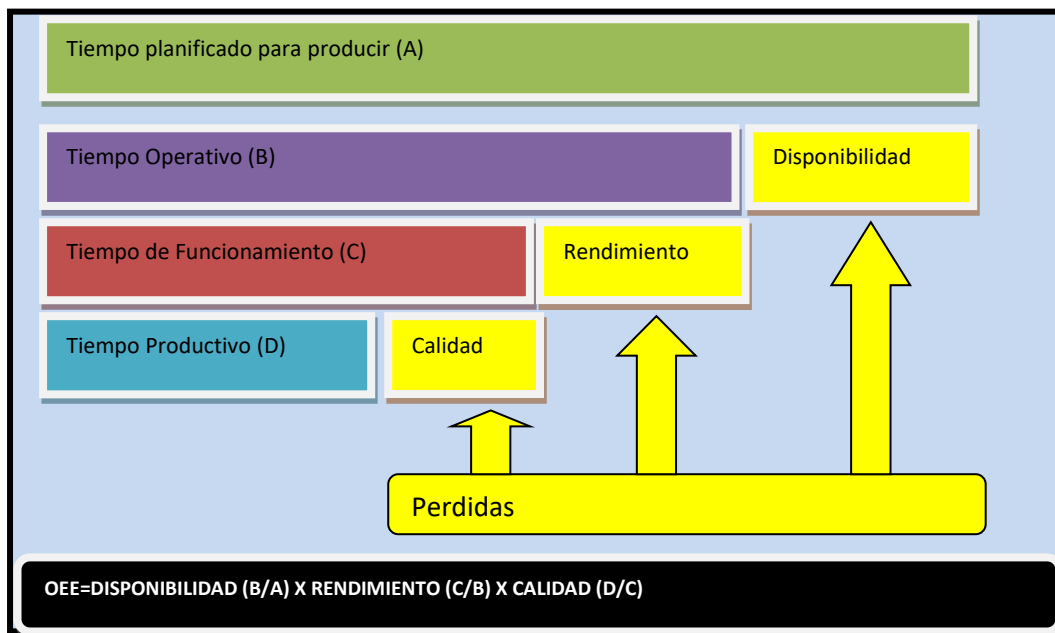
La calidad, es la fracción de todas las unidades producidas en conformidad, sobre las unidades totales producidas (conformes e inconformes).

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Produccion real} - \text{Produccion no conforme}}{\text{Produccion real}} \quad (4)$$

Dentro del método TPM estos indicadores están definidos en términos de tiempos, porque el OEE se entiende como utilización máxima de los recursos a través de la utilización máxima del tiempo disponible del equipo. De esta forma, se puede definir la disponibilidad, el rendimiento y la calidad como lo muestra la Figura 1 en la cual se

exponen como los componentes del OEE se expresan en términos de tiempo.

**Figura I.1 Diagrama OEE**



Fuente: Elaboración propia basada en (PDCA, 2012)

### **I.2.2. Clasificación del OEE**

“El OEE se puede clasificar según el nivel de excelencia siendo en términos generales:

**Tabla I-1: clasificación de acuerdo a porcentaje obtenido en el OEE.**

0% < OEE < 65%	Inaceptable	Muy baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Baja competitividad. Aceptable solo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Continuar la mejora para avanzar hacia la World Class.
85% < OEE < 95%	Buena Competitividad	Entra en valores World Class.
95% < OEE < 100%	Excelente competitividad	Valores World Class.

**Fuente: Elaboración propia** basada en (Proalnet, 2018).

### **I.3. Contribución del trabajo**

Entregar un indicador el cual transforma los datos de un proceso complejo en información sencilla visual y eficiente.

Entregando las causas reales de las principales pérdidas generadas en el proceso y de esta forma guiar y medir de forma sencilla las acciones de mejora en la línea productiva.

#### **I.4.a. Objetivo general**

Proponer, desarrollar e implementar el OEE (*Eficacia Global de Equipos Productivos*) en la línea seleccionada, el cual pueda evaluar no sólo el comportamiento promedio, sino también las variaciones, permitiendo obtener una análisis más detallado y robusto de la eficiencia de los procesos y equipos.

#### **I.4.b. Objetivo Específico**

- Analizar la estructura de notificaciones y motivos de pérdida establecidas por área productiva, con el fin de priorizar las pérdidas que más afectan a la eficiencia global de los equipos.
- Elaborar un modelo práctico del OEE y categorizarlo completamente.
- Validar el modelo generado, con el fin de que pueda ser replicados en las demás líneas de procesos.

### **I.5. Organización y presentación de este trabajo**

En el capítulo de metodología y desarrollo, se presenta la organización donde fue desarrollada la mejora, mencionando sus líneas de negocios, industria a las cuales satisfacen sus productos y donde se encuentra ubicada. A demás se identifica la línea productiva donde se desarrolló, con sus distintos componentes y áreas de trabajo, como se encuentran distribuidas, sus rendimientos y los tipos de productos que se realizan en ella.

En el capítulo número tres, así como lo señala su título se mencionarán los problemas y las oportunidades de mejora que fueron observadas en la línea productiva donde se desarrolló el proyecto.

En el capítulo número cuatro se detalla cómo fue realizado el proyecto, como fueron obtenidos los datos para construir posteriormente el indicador de eficiencia global de equipos OEE y los gráficos que lo acompañan.

Capitulo número cinco se generan los comentarios correspondientes a los resultados obtenidos, además de las sugerencias y requerimiento generados por los mismos resultados obtenidos en el

presente proyecto, posteriormente se describe un glosario con las palabras utilizadas en el documento y sus definiciones.

## **II. METODOLOGÍA Y DESARROLLO**

### **II.1 Descripción de la organización**

“Rheem chilena es una empresa que se dedica a producir envases industriales desde el año 1959. Sus operaciones son tanto nacionales como internacionales, con un crecimiento sostenido basado en el liderazgo de la compañía, el compromiso de sus trabajadores y la mejora continua de sus procesos.

Rheem chilena posee dos grandes unidades de negocio, la elaboración de baldes plásticos y la elaboración de tambores Metálicos. Ambas unidades cuentan con tecnología avanzada, y un equipo humano altamente especializado y comprometido con los objetivos de la compañía.

Respondiendo a las necesidades de diversos sectores como la agroindustria, minería, la producción de pinturas, lubricantes, envasado de alimentos, químicos, entre otros.

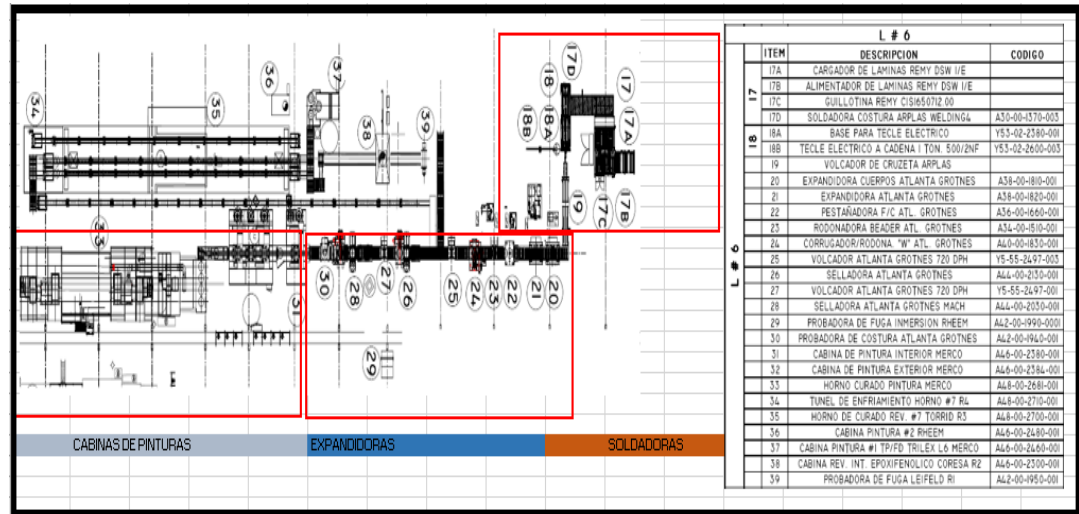
Su misión es perseguir permanentemente la perfección en lo que hace, entregando productos y servicios de clase mundial, mediante la aplicación de altos estándares de calidad, trabajo en equipo, creatividad, compromiso y profesionalismo, teniendo como foco principal agregar valor a las operaciones de nuestros clientes y mantener relaciones comerciales de largo plazo.

Su casa matriz se encuentra ubicada en Chile, Camino a Melipilla #10.340, Comuna de Maipú, Santiago, cuenta con una superficie total de aproximadamente 47.000 m<sup>2</sup>, en donde las instalaciones productivas representan un 60%, aproximadamente” (Rheem Chilena Ltda., 2016)

## **II.2 Descripción de la unidad bajo estudio**

La línea de Procesos número 6, se encuentra compuesta por diversos componentes, los cuales, son mencionados e indicados en la figura número 2, la cual, contiene el nombre de cada equipo que compone la línea productiva y un numero el cual señala su posición física dentro de la línea de procesos y a su vez cada sector de trabajo el cual agrupa cada uno de estos componentes los cuales son delimitados mediante una frontera de color rojo y se le asignara un color a los cuales se le denominara puesto de trabajo.

**Figura II.2: Descripción de componente y lay-out línea de procesos número 6**



**Fuente:** Elaboración propia basado en (LAY-OUT ACTUAL PLANTA METALICO número de plano C064-00-00).

La línea de procesos número 6 se descompone en 3 puestos de trabajo como se observa en la figura número 2 los cuales se encuentran delimitados por una línea roja y son llamados soldadoras, expendedoras, cabinas de pintura y decorado.

Soldadoras, Este puesto de trabajo está compuesto por una mesa transportadora de planchas la cual trasporta las planchas previamente dimensionadas, una conificadora la cual ondula la plancha metálica previamente transportada por la mesa dándole la forma de cono el cual posteriormente es pasado por la soldadora, la cual une ambos extremos conformado el cuerpo del tambor, si bien este puesto de trabajo está compuesto por tres equipos distintos (mesa transportadora, conificadora, soldadoras), este puesto de trabajo recibe el nombre de la última posición ya que para que sea considerado un cuerpo las planchas deben pasar por los dos procesos antes mencionados.



Expendedoras, este puesto de trabajo al igual que el anterior se encuentra compuestos por distintas estaciones de trabajo (Expandidora de cuerpos, pestañadora de cuerpo, rodado de cuerpo, conformado w, selladora de fondo, selladora de tapas, probadora de fugas) la cual dependiendo del tipo de producto que se realice será utilizado, siendo la Expandidora de cuerpo quien dará rigidez al cuerpo previamente conformado y ratificara que la costura cumpla con los estándares exigidos, además cabe mencionar que todos los cuerpos independiente del producto que se realice debe pasar por esta estación de trabajo es por este motivo que toma este nombre.

Cabinas de pinturas, Este puesto de trabajo se descompones en cabina de pintura interior y cabina de pintura exterior, horno de secado, sector de decorado, horno secado de marca. de los cuales solo los productos que cumplan con todos los estándares exigidos podrán pasar por el sector de impresión de marca, ya que una vez pasado por este puesto de trabajo, este es destinado a la bodega de producto terminado en la cual será despachado a su destino final.

El puesto de trabajo con menor rendimiento o que elabore la menor cantidad de productos por hora de acuerdo al rendimiento estándar del equipo, entregara el ritmo de la línea de producción y El punto de control será el puesto de trabajo por donde pasen todos los productos que fabrique la línea de producción y que cumpla con todos los requisitos para su acopio y posterior despacho al cliente final.

La tabla número 2, muestra los puestos de trabajo descritos con anterioridad y su respectivo rendimiento en unidades horas.

**Tabla número II-2: Puestos de trabajo y rendimiento estándar.**

Puesto de trabajo	Cueros /Hora
Soldadora	400 cuerpos/hora
Cabinas de Pintura Interior/Exterior	600 cuerpos /hora
Decorado	600 cuerpos/hora

**Fuente:** Elaboración Propia (basado en datos entregador por el departamento de ingeniería Rheem chilena).

Por lo tanto, se establece como rendimiento estándar de la línea de producción número 6, las cantidades producidas por la soldadora la cual corresponde a 400 cuerpos/horas siendo el puesto que produce la menor cantidad de productos y quien marcara el ritmo de la línea de producción y como punto de control la sección de decorado ya que es por donde pasa la totalidad de los productos fabricados cumpliendo con todas las exigencias para su acopio y posterior comercialización.

### **II.3 Productos elaborados por la línea número 6 y descripción del proceso productivo**

En la línea de producción número 6 se encarga de producir tambores de 55 galones con tapa removible y tapa fija como se muestra en la figura 3 y tambores de 60 galones tapa removible como se muestra en la figura 4, los cuales representan la mayor producción de la línea, como se muestra en la tabla número 3, en donde se muestran las

unidades producidas por tipo de producto desde enero del 2016 a junio del 2018 y su porcentaje de producción con respecto a la totalidad producida en dicho periodo.

**Tabla número II-3: unidades producidas en línea número 6 desde enero 2016- a junio 2018.**

	2016	2017	2018		2016	2017	2018
TB TF 55	182.024	196.790	107.505	TB TF 55	45%	46%	52%
TB TR 60	144.450	149.529	66.016	TB TR 60	36%	35%	32%
TB TR 55	58.722	66.184	19.128	TB TR 55	15%	16%	9%
TB TR 58	18.884	12.168	12.541	TB TR 58	5%	3%	6%
<b>TOTAL</b>	<b>404.080</b>	<b>424.671</b>	<b>205.190</b>	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia obtenido de base de datos desde el ERP SAP, transacción COOIS.

En la Tabla número 3 se muestran los productos fabricados por la línea de procesos número 6 en orden decreciente, siendo estos mencionados por la abreviatura del nombre del producto, por ejemplo

TB TF 55 = Tambor Tapa Fija 55 galones, TB TR 60 = Tambor Tapa Removible 60 galones; TB TR 55 = Tambor Tapa Removible 55 galones; TB TR 58 = Tambor Tapa removible 58 galones.

**Figura II.3: tambores 55 galones tapa removible y tapa fija.**



**Fuente:** Elaboración propia, basado en (Rheem chilena, (s.f.). Tamborero metálico. Recuperado de <http://www.rheem.cl>

**Figura II.4: tambores 55 galones tapa removible**



**Fuente:** Elaboración propia, basado en (Rheem chilena, (s.f.). Tamborero metálico. Recuperado de <http://www.rheem.cl>

## **II.4. Limitaciones y alcances del proyecto**

### **II.4.a. Limitaciones**

El no contar con el apoyo y compromiso de la alta dirección la cual podrá ejercer un mayor énfasis con respecto al cambio, en beneficio de la compañía a mediano y largo plazo, con el fin de integrar la herramienta de eficiencia global de equipos OEE, y junto a esto poder eliminar las incertidumbres por parte de los colaboradores y técnicos de mantenimientos que puedan estar reacios a modificar su forma de trabajo habitual ya que dependerá de ellos el poder obtener datos apropiados para generar esta herramienta de mejora.

#### **II.4.b. Alcances**

Implementar la herramienta de medición OEE en Lina N°6 de la empresa Rheem Chilena Ltda. Ya que es una herramienta estándar para cualquier proceso, y de esta forma obtener las causas reales de las principales pérdidas en cada máquina involucrada en el proceso y así presentar a la alta dirección las posibles acciones de mejora, aumentando el rendimiento y generando la posibilidad de mejorar la toma de decisiones.

#### **II.5 Normativa y leyes asociadas al proyecto**

NORMA ISO 9001:2008, ya que la compañía se encuentra en proceso de certificación y esta norma se basa “en el cumplimiento de un sistema de gestión de calidad centrado en los elementos de administración y optimización con los que cuenta una empresa. Se promueve un enfoque basado en procesos que busca aumentar de forma constante la satisfacción del cliente.

El diseño e implementación de este sistema estará influenciado por ciertas características de la empresa, entre ellas:

El clima organizacional.

Sus necesidades.

Los productos que provee.

Los procesos que emplea.

El tamaño de su estructura organizacional.

Para que una organización trabaje de forma eficiente debe realizar actividades que utilizan recursos, las cuales se gestionan para obtener resultados proporcionales a la inversión. Esto es lo que la norma entiende como procesos, los cuales se vinculan entre sí para construir un modelo.” (hildebrandt, 2015),

Por lo tanto, el indicador de eficiencia global de equipos OEE se ajusta a dicho propósito ya que es una herramienta de mejora continua la cual indirectamente controla los tres factores principales de la producción, la calidad, el rendimiento y la disponibilidad, dando un enfoque general de donde hay que enfocarse para poder mejorar este indicador de acuerdo a los objetivos establecidos.

### **III.1. Descripción de problemas y oportunidades de mejora**

Uno de los principales problemas que presenta la línea productiva número 6, es la variedad de productos que se elaboran en ella, ya que cada cambio de producto significa detener la máquina, efectuar el cambio de formato para elaborar el producto solicitado, generar la puesta en marcha de ésta y realizar las pruebas correspondientes para establecer que el producto se encuentra conforme a lo solicitado, lo cual va generando pérdidas de tiempo a la hora de producir, con respecto al tiempo productivo. Las cuales no son cuantificadas y por lo tanto no hay un control de éstas o cuál es el porcentaje de pérdida que aporta cada uno de los motivos mencionados.

Las solicitudes de producción fuera del programa previamente planificado, solicitadas por el área de ventas saltándose el conducto

regular y requeridas con un carácter de urgente, afectan de forma considerable el rendimiento de la línea productiva puesto que no considerar los costos que significa ingresar una orden en el tiempo o momento que no corresponde o con una cantidad de productos muy por debajo del requerimiento óptimo, puesto que independiente del producto que se vaya a elaborar éste implicará que se genere una detención no programada o un cambio de formato que demore más de lo requerido afectando directamente la productividad o eficiencia de la línea.

El cambio de política establecida por la Gerencia General, la cual elimina los sobre stock dentro de las bodegas, gatilla de forma directa otro problema correspondiendo a los Bach productivos solicitados, debido a que una producción independiente de las unidades que produzca siempre generara un cambio de formato, una set up, y una puesta en marcha lo cual es asumido como costo de producción por lo cual si este bach mínimo se encuentra por debajo de cierta cantidad de unidades el valor del producto se encarece por sobre lo establecido por la compañía, y a su vez afecta directamente el rendimiento y la productividad de la línea.

### **III.2. Oportunidad de mejoras**

Al presentar un indicador el cual muestre de forma gráfica y entregue información detallada de las pérdidas que ocurren dentro de la línea productiva de forma cuantitativa se podrán establecer de mejor manera los criterios para planificar la producción de forma más eficiente, pudiendo optimizar los recursos, disminuyendo los cambios de formato y haciéndolos más eficientes, mejorando de esta forma la

productividad y eficiencia de la línea productiva, también se podrá obtener un lote mínimo de producción el cual establezca las unidades mínimas que se pueden producir ya que de esta forma el costo indirecto asociado al recurso máquina podrá ser reducido de forma que no afecte los costos de la producción mejorando la rentabilidad de la compañía y evitando el sobre stock en bodega.

Por consiguiente, el establecer esta herramienta dará indicios de cómo están siendo utilizando los recursos, en donde son empleados y como estos están siendo utilizados, dando una visión general para las distintas aéreas y como ellas afectan directa o indirectamente en la productividad y eficiencia de esta línea productiva.

## **IV.INGENIERÍA DEL PROYECTO**

### **IV.1. Disponibilidad de planta**

Llamaremos Disponibilidad de planta al tiempo total dispuesto para producir, esto considera el ideal sin ningún tipo de detención y el máximo de turnos dispuestos.

Semana laboral de lunes a sábado en turnos corridos ingresando el primer turno los días lunes a las 07:00 horas y terminando el último turno el día sábado a las 14:00 horas.



**Tabla número IV-4: Calculo de horas disponible para utilización de maquina semanal.**

HORAS	LUNE S	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
01:00	-	X	X	X	X	X
02:00	-	X	X	X	X	X
03:00	-	X	X	X	X	X
04:00	-	X	X	X	X	X
05:00	-	X	X	X	X	X
06:00	-	X	X	X	X	X
07:00	X	X	X	X	X	X
08:00	X	X	X	X	X	X
09:00	X	X	X	X	X	X
10:00	X	X	X	X	X	X
11:00	X	X	X	X	X	X
12:00	X	X	X	X	X	X
13:00	X	X	X	X	X	X
14:00	X	X	X	X	X	X
15:00	X	X	X	X	X	-
16:00	X	X	X	X	X	-
17:00	X	X	X	X	X	-
18:00	X	X	X	X	X	-
19:00	X	X	X	X	X	-
20:00	X	X	X	X	X	-
21:00	X	X	X	X	X	-
22:00	X	X	X	X	X	-
23:00	X	X	X	X	X	-
24:00	X	X	X	X	X	-

**Fuente:** Elaboración propia, basado en horario dispuesto por la gerencia de producción Rheem metálico.

Obteniendo 128 horas semanales, si consideramos que cada mes contiene 4 semana esto nos daría 512 horas mensuales, siendo estas la disponibilidad total de la planta en horas productivas, sin considerar los feriados irrenunciabes los cuales son considerados a continuación entregando una capacidad total de planta mensual para el año 2016.

**Tabla número IV-5: Horas disponibles para producir mensualmente  
el año 2016.**

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
512	512	512	503	488	512	512	512	463	512	512	488

**Fuente:** Elaboración propia basado en la consolidación de las horas disponibles semanalmente  
tabla número 4

Miércoles 19 de abril: Censo (irrenunciable).

Lunes 1 de mayo: Día Internacional del Trabajador (Irrenunciable).  
Feriado civil.

\* Domingo 2 de julio: Se realizarían las elecciones primarias  
(irrenunciable).

Lunes 18 de septiembre: Fiestas Patrias (Irrenunciable). Feriado civil.

Martes 19 de septiembre: Día de las Glorias del Ejército (Irrenunciable).  
Feriado civil.

Domingo 19 de noviembre: Elecciones presidenciales y parlamentarias  
(irrenunciable).

Lunes 25 de diciembre: Navidad (Irrenunciable). Feriado religioso.

Sumando un total de 6038 horas totales anuales.

## **IV.2. Tiempo Operativo**

Se definirá el tiempo operativo como aquel tiempo dispuesto para realizar todas aquellas actividades que se han propuesto para dicho periodo.

Siendo revisados todos los puestos de trabajo que componen la línea productiva número 6, con el fin de identificar cada uno de sus rendimientos y poder seleccionar aquella que tiene el menor rendimiento, para así poder establecer cuál es el puesto que marca el ritmo de la línea. Cabe mencionar que no todos los productos pasan por cada uno de los puestos descritos con anterioridad en la sección II.2 del presente documento, es por esto que se considerarán sólo aquellos que son puntos obligatorios de paso por el 100% de los productos desarrollos por la línea productiva número 6 y en donde se registran todos los acontecimientos del pedido productivo.

**Tabla número IV-6: Codificación, descripción y rendimientos de los puestos de trabajos correspondientes al ERP SAP**

CODIGO DEL PUESTO DE TRABAJO	DESCRIPCION PUESTO DE TRABAJO	RENDIMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO (UNIDADER/HORA)
46238401	CABINAPINTEXTL#6	600
52300001	IMPRESORA L#6 BMI (DECORADO)	600
	SOLDADORA L#6	400

**Fuente:** Elaboración propia basado en ERP SAP

### **IV.3. Punto de control**

El punto de control será generado en el puesto de trabajo 5230001 IMPRESORA L#6 BMI ya que es donde se obtiene el producto terminado y es donde sale a despacho, pero el ritmo de la línea será marcado por la soldadora la cual presenta el menor rendimiento de unidades fabricadas por hora, siendo el rendimiento de la línea de 400 unidades horas.

#### **IV.4. Registro de actividades**

Todas las actividades son traspasadas al RMP (sistema SAP) una vez terminada la orden de fabricación o con un máximo tolerable de 24 horas una vez terminada dicha orden, informando en detalle todos los hechos acontecidos en dicho período, informando las unidades producidas, consumo de componentes, reprocesos, scrap, y sus respectivas actividades las cuales son encasillada de acuerdo a los motivos descritos en el cuadro a continuación.

**Tabla número IV-7: Descripción de actividades para notificar motivos ocurridos en línea productiva durante el proceso de producción.**

Motivo	Descripción	Grupo	Actividades
1	Avería de máquina	Desvío	4
2	Error de manejo	Desvío	4
3	Defecto de material	Desvío	4
AU01	Ausentismo	Desvío	4
DM01	Defecto de material	Desvío	4
EP01	Entrega tarde de Proveedor	Desvío	4
FD01	Falta Dotación	Desvío	4
FDHH	Falta HH	Desvío	4
FLLM	FALLA MAQUINA	Desvío	4
FLMC	FALLA MALLA O CLISSE	Desvío	4

FLMD	FALLA MOLDE	Desvío	4
FLTP	FALLA TINTA O PASTA	Desvío	4
FMRB	Falta material u/o repuesto en	Desvío	4
FTCT	FALTA VºBº CLIENTE	Desvío	4
FTMC	FALTA MALLA O CLISSE	Desvío	4
FTQM	FALTA VºBº CONTROL DE CALIDAD	Desvío	4
MP01	Mala Planificación	Desvío	4
OTRS	OTROS (ESPECIFICAR)	Desvío	4
SNCP	SIN CARGA O SIN PROGRAMA	Desvío	4
SNEN	SIN ENERGIA	Desvío	4
SNMP	SIN MATERIA PRIMA O INSUMOS	Desvío	4
SNOP	SIN OPERADOR	Desvío	4
MAPR	FALLA MAQUINA	Desvío	4
FJAU	FALTA DE JAULA	Desvío	4
PROD	PRODUCCION	Producción	2-3-5-6
PRUE	PRUEBAS	Producción	2-3-5-6
CMCO	CAMBIO COLOR	Set up	1-2-3-5-6
CMMO	CAMBIO MOLDE	Set up	1-2-3-5-6
PMLB	PUESTA EN MARCHA	Set up	1-2-3-5-6
SEUP	SET-UP	Set up	1-2-3-5-6

**Fuente:** Elaboración propia basado en motivos contables otorgados por el área de finanzas Rheem chilena.

Estos motivos son registrados por el supervisor de turno de la línea productiva en la orden de fabricación y posterior mente ingresado por el digitador quien ingresa dicho registro al ERP SAP. Generándose una copia fil del registro físico y el sistema.

Esta información es registrada por el área productiva, quien posteriormente entrega dicho registros fisicos al área de control de producción quienes comparan dicha información y ratifican que lo fisico es igual a lo notificado siendo el filtro del área y garantizando que lo registran no presente errores, en el caso de generarse alguna discordancia entre lo fisico y lo notificado esta orden será devuelta al

área de producción para que sea corregida y de esta forma mantener una base prolija y sin errores de notificación.

#### **IV.5. Obtención de la base de datos**

La base de datos<sup>2</sup> será obtenida del ERP SAP, brindando una horizontalidad con respecto a la consulta de ella, pudiendo ser revisada y obtenida por cualquier usuario habilitado dentro de la compañía, y obteniéndose de esta los valores requeridos para la construcción de OEE mencionado en el capítulo I.2.1.

Una vez obtenida la base de datos<sup>3</sup> esta es exportada, y mediante la herramienta de cálculo Excel podremos obtener la disponibilidad, rendimiento, calidad y como producto el OEE.

#### **Rendimiento**

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion teorica}} \quad (3)$$

#### **Disponibilidad**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo de Maquina} - \text{Setup})}{(\text{Tiempo Maquina} + \text{Tiempo desperdicio})} \quad (2)$$

#### **Calidad**

---

<sup>2</sup> Ver Anexo A: OEE o Eficiencia general de equipos COOIS

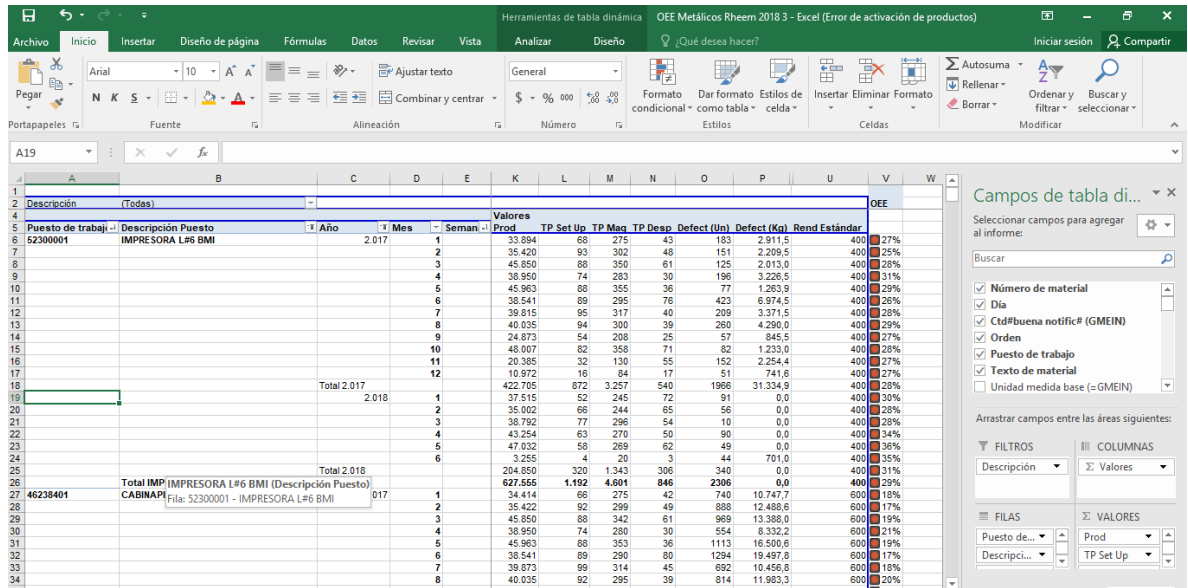
<sup>3</sup> Ver Anexo A: VALIDACION OF DIARIA Ingreso a transacción COOIS

$$Calidad = 1 - \left( \frac{Defectos}{Produccion} \right) \quad (3)$$

### **Ecuación OEE**

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (1)$$

**Figura número IV.5: Dinámica del OEE acumulado periodo 2017 a mayo 2018.**

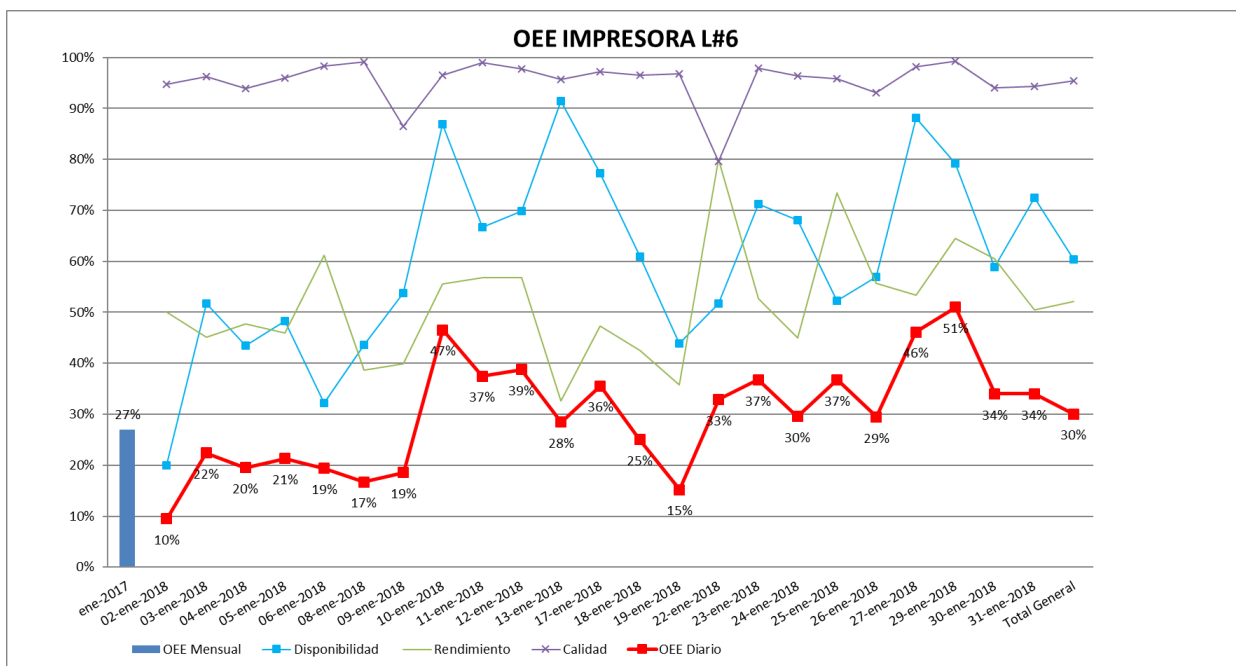


**Fuente:** Elaboración propia base ERP SAP transacción Coois.

Generado el OEE en la tabla dinámica como se puede apreciar en la figura número 5, este es presentado de forma gráfica en donde será mostrado junto a las 3 razones que lo conforman, mostrando de forma gráfica y visual el comportamiento de la unidad en estudio como se aprecia en la imagen

**Figura número IV.6: Grafico de comportamiento de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE acumulado enero 2018**





**Fuente:** Elaboración propia base ERP SAP transacción Coois.

Este indicador, a su vez va acompañado de una cascada de pérdida la cual mostrará de forma gráfica en dónde se presentarán los motivos de pérdida correspondiente a la línea en estudio. Usaremos la misma base de datos correspondiente al OEE, con la diferencia que extraeremos los motivos de pérdida de dicha bases agrupándolos y sumando sus horas mediante la ayuda de la herramienta Excel consolidándolos en una tabla dinámica, como se puede apreciar en la imagen número 7.

**Tabla número IV-8: Tabla dinámica consolidad de los motivos productivos acontecidos en la línea de procesos**

Etiquetas	Descripción	Motivos	Valores			
			Set Up	Tpo Máq	Tpo Falla	Tipo Produccion
52300001	IMPRESORA	FALLA MAQUINA	0	0	45,76	45,76
		OTROS (ESPECIFICAR)	0	0	5,08	5,08
		PRODUCCION	0	188,29	0	188,29
		PRUEBAS	0	4	0	4
		PUESTA EN MARCHA	7	7	0	7
		SET-UP	45,36	45,36	0	45,36
		SIN MATERIA PRIMA O INSUMOS	0	0	1,75	1,75
		SIN OPERADOR	0	0	19,11	19,11
		Falla Estampadora	0	0	0,25	0,25
		<b>Total IMPRESORA L#6 BMI</b>	<b>52,36</b>	<b>244,65</b>	<b>71,95</b>	<b>316,6</b>
<b>Total general</b>			<b>52,36</b>	<b>244,65</b>	<b>71,95</b>	<b>316,6</b>

Fuente: Elaboración propia obtenido de la base de datos del ERP SAP transacción Coois.

Estos motivos son agrupados de acuerdo a cuatro categorías, las cuales serán mencionadas y descritas a continuación.

Mantenición: corresponde a todas las detenciones ocurridas por falla del equipo en uso, en donde tenga responsabilidad el área de mantención para darle solución al problema.

Operación: Son todas las detenciones ocurridas o asociadas al área de procesos.

Setup: corresponde al tiempo necesario para cambiar un componente del equipo y prepararlo para la elaboración de un producto distinto, pero producido con la calidad requerida y sin incurrir en costos para la empresa

Otros: Son todas aquellas detenciones que no pudieron ser encasilladas por el supervisor de acuerdo a los motivos previamente señalados en la tabla número 7, pero afectan la velocidad de la línea.

En la siguiente imagen se puede observar como son agrupados dichos tiempos de acuerdo a los motivos antes mencionados y de donde se obtendrá el grafico de la cascada de perdida imagen

**Tabla número IV-9: Tabla para la construcción de cascada de pérdida**

IMPRESORA L#6					
Tiempo Calendario	100%				
Índice de Carga	63%	37%			
Tiempo de Carga	100%				
Mantenición	85%				15%
Set Up	71%			14%	
Operaciones	61%		10%		
Velocidad	59%	2%			
Disponibilidad	59%	41%			

**Fuente:** Elaboración propia basado en la dinámica de motivos de producción tabla número 8.

En la tabla número 9 se agrupan todos los motivos de perdidas ocurridos en la línea de procesos seleccionada, los cuales conformarán la cascada de pérdida estos datos serán entregados de forma porcentual. Y así poder visualizar en cuanto afecta cada motivo al aumento o disminución de la eficiencia global de equipo OEE.

En primera instancia tendremos el tiempo calendario, el cual corresponde al tiempo total dispuesto para producir.

Índice de carga, es el tiempo productivo dispuesto por la gerencia para la producción mensual, este tiempo corresponde al tiempo total notificado en el ERP SAP, este será obtenido mediante la siguiente formula

$$\text{Índice de Carga} = \left( \frac{\text{Tiempo total maquina} + \text{tiempos de falla}}{\text{Tiempo calendario}} \right) \times 100 \quad (5)$$

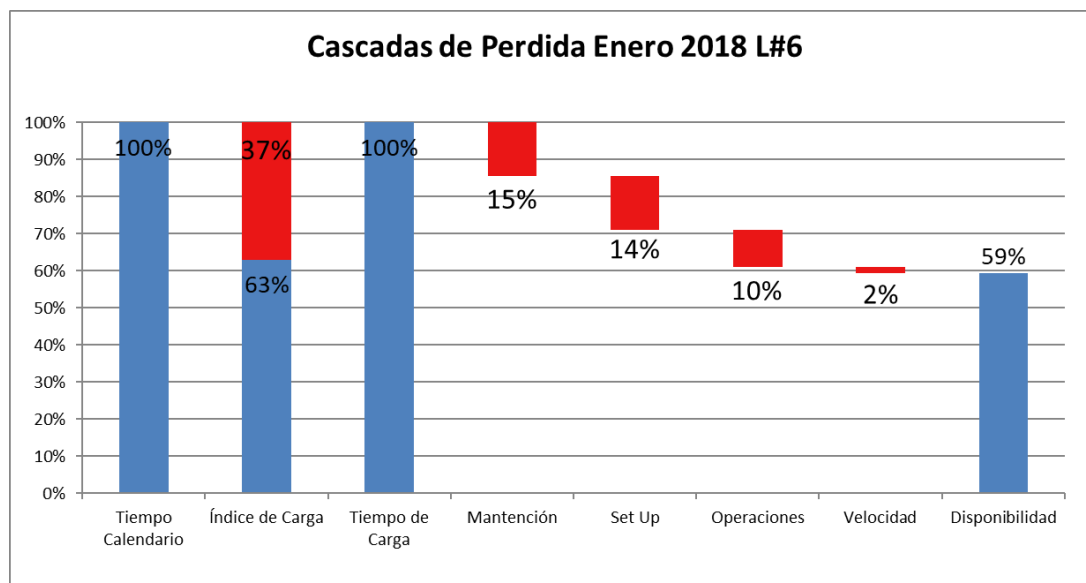
Siendo este índice de carga = Tiempo de carga.

De este tiempo de carga se calculará a que porcentaje de pérdida corresponde cada motivo y de esta forma identificar cuál es el que más

afecta al indicador y a su vez cuanto tiempo fue destinado efectivamente a producir.

En la figura número IV.7 se muestra el grafico de cascada de perdida correspondiente al periodo de enero 2018.

**Figura número IV.7: Cascada de perdida correspondiente al periodo enero 2018.**



**Fuente:** Elaboración propia basado en la dinámica de motivos de producción tabla número 8.

La cascada de pérdida muestra de forma gráfica y comparativa los tiempos que se desperdiciaron el mes de enero 2018, con respecto al total de horas destinadas a producción.

Este se leerá de la siguiente forma: Tiempo calendario corresponderá al tiempo total destinado para producir, el índice de carga nos mostrara que porcentaje del tiempo utilizamos para producir y cuanto de ese tiempo fue desperdiciado, de color rojo tenemos un 37% el

cual nos indica el porcentaje de tiempo desperdiciado por no producir y el de color azul con un 63% cuanto tiempo fue destinado a producir indicándonos que la línea de los tres turnos disponibles para producir sólo estuvo funcionando a dos turnos durante el mes enero, quedando disponible un turno completo con la posibilidad de seguir produciendo.

Este 63% le corresponde al tiempo de carga (tiempo total dispuesto para producir durante el mes de Enero: 503 horas, de las cuales solo se utilizaron 318,6), de este tiempo de carga correspondientes a 318,6 horas, el 14% de las pérdidas corresponde a mantención con una cantidad de 46,01 horas, el 14% el motivo de setup con una cantidad de 45,86, un 9% la operación 31,86 horas y el motivo Otros con un 2% correspondientes a 5,08 horas.

En la siguiente imagen se encuentran descritos todos los motivos ocurridos en el área de procesos de donde extraeremos solo los motivos de pérdida excluyendo la producción y la falla de máquina puesto que es una detención planificada, ordenando de forma decreciente los motivos y mediante un diagrama de Pareto a cuáles deberían darle prioridad con el fin de mejorar el rendimiento global de la línea en estudio.

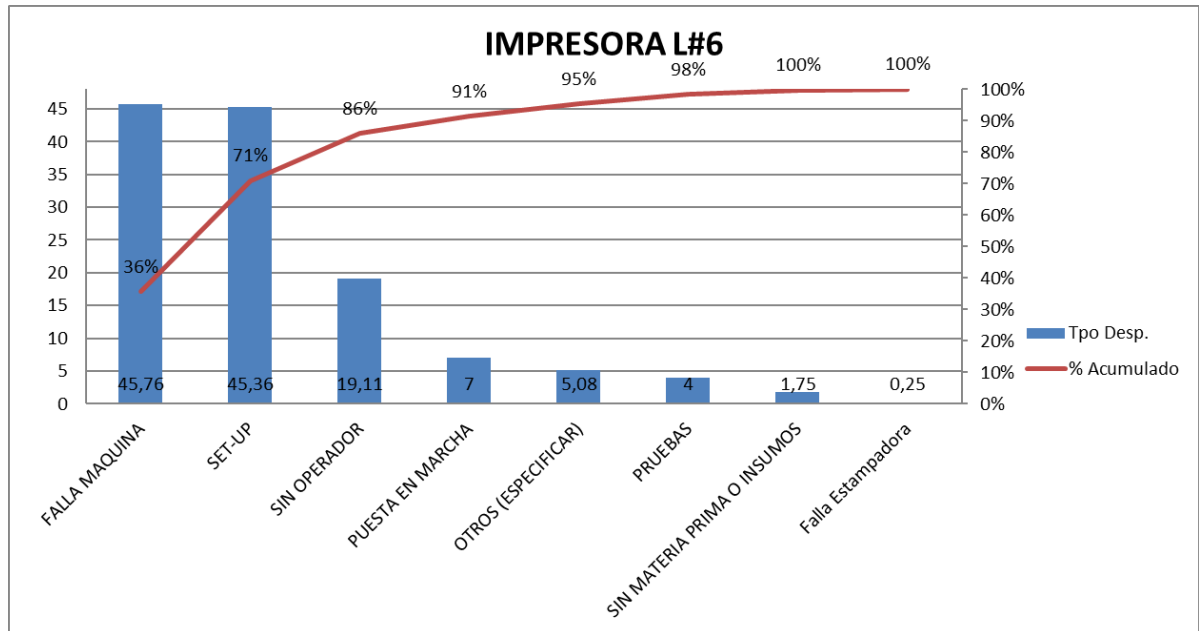
**Tabla número IV-10: Tabla para la construcción del diagrama de Pareto en donde se muestran los tiempos de pérdidas generados en la línea de proceso.**

IMPRESORA L#6	Tpo Desp.	% Desp.	% Acumulado
FALLA MAQUINA	45,76	36%	36%
SET-UP	45,36	35%	71%
SIN OPERADOR	19,11	15%	86%
PUESTA EN MARCHA	7	5%	91%
OTROS (ESPECIFICAR)	5,08	4%	95%
PRUEBAS	4	3%	98%
SIN MATERIA PRIMA O INSUMOS	1,75	1%	100%
Falla Estampadora	0,25	0%	100%
TOTAL HORAS	128,31	100%	200%

**Fuente:** Elaboración propia basado en la dinámica de motivos de producción tabla número 8.

En esta tabla se organizarán todos los motivos de pérdidas generados en el periodo productivo (enero 2018), el cual será ordenado de mayor a menos con el fin de obtener el porcentaje de perdida al que corresponde cada uno de estos y un porcentaje acumulado el cual nos indicará que de solucionar los primeros motivos abarcaremos la mayor cantidad de las pérdidas de tiempo, regla del 80,20. Como se muestra en la figura número 8

**Figura número IV.8: Diagrama de tiempos de perdida**



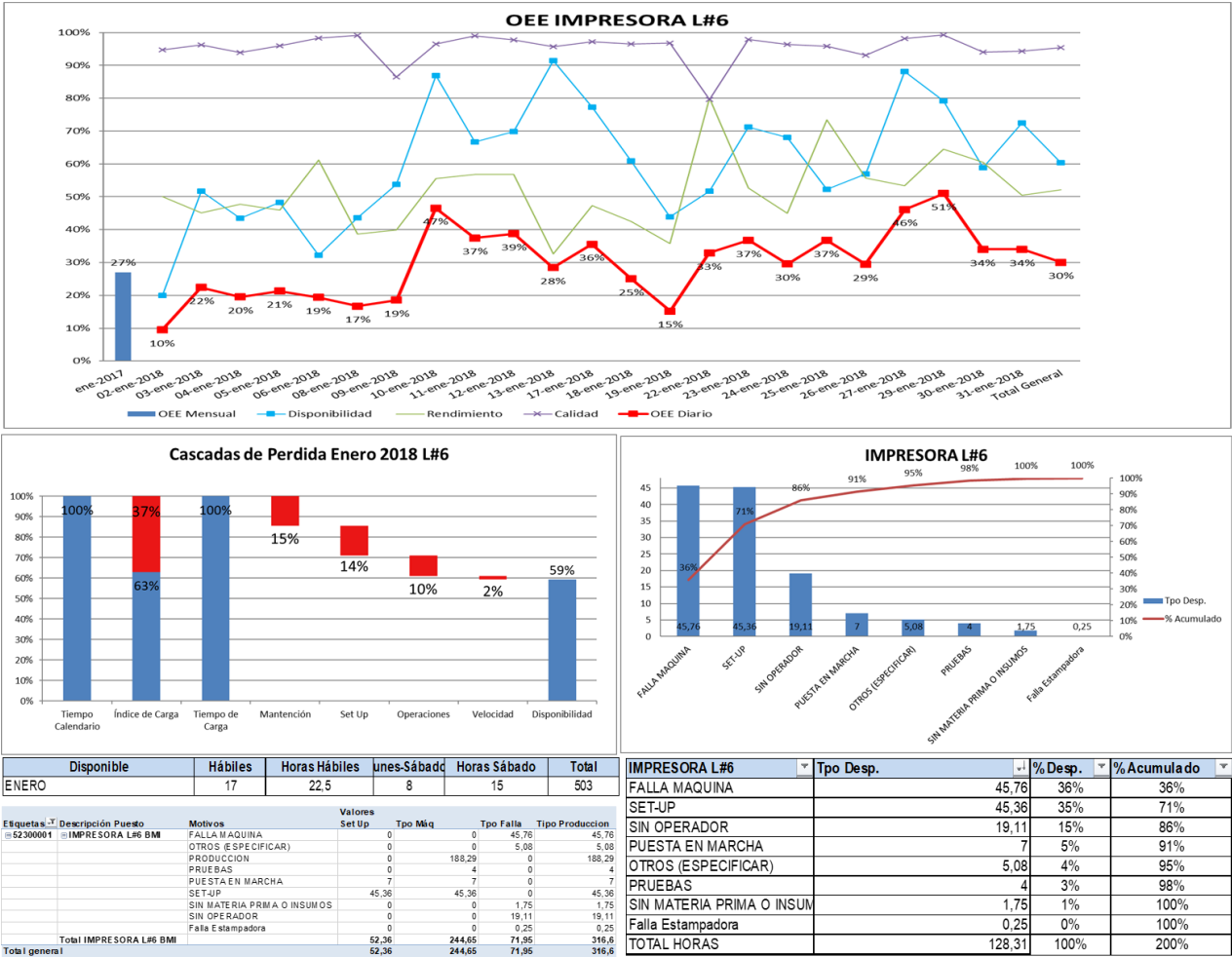
**Fuente:** Elaboración propia basado en la dinámica de motivos de producción tabla número 8.

Una vez obtenidas todas las tablas y grafico correspondientes a la línea de procesos, esta herramienta se presentará mediante un panel de seguimiento el cual es presentado semanalmente a la subgerencia de planta, supervisor de línea y encargado de mantención, con el fin de ir observando el comportamiento de esta y generar las acciones de mejora correspondientes con el fin de alcanzar el objetivo establecidos.

A continuación, se muestra el panel de seguimiento previamente mencionado.

Figura número IV.9: Panel de seguimiento línea de procesos número

6



Fuente: Elaboración propia basada en base de datos Obtenida del ERP SAP.



## **V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES**

El panel de seguimiento mostrado en la figura número 9, muestra de forma gráfica el comportamiento de la línea numero 6 durante el periodo de enero 2018.

El cual nos muestra el comportamiento diario indicado por el cálculo del OEE o eficiencia global de equipos, comparándolo con el obtenido en el mismo periodo del año anterior enero 2017, junto a esto también se pueden apreciar las tres variables que lo conforman y cuál de ellas afectan de mayor forma al indicador, con esto se pretenden identificar los porcentajes más bajos de la máquina, con el fin de buscar soluciones puntuales y de esta forma poder mejorar el indicador de acuerdo a lo esperado por la compañía.

Como se muestra en el panel de seguimiento tenemos uno OEE consolidado correspondiente al mes de enero 2018 el cual muestra un 30% de eficiencia global, el cual si lo comparamos con respecto al mismo periodo del año 2017 el cual corresponde a un 27% podemos decir que estuvo mejor que el año anterior en 3 puntos porcentuales, lo cual nos indica que funcionamos mejor que el año anterior, pero aún estamos en una categoría de inaceptable, ya que sus fallas y reiteradas paradas provocan importantes pérdidas económicas y una baja competitividad dentro de la empresa.

Este bajo OEE es ocasionado principalmente por el bajo porcentaje de rendimiento el cual se encuentra entre los (50% - 55% dentro del periodo) este bajo rendimiento se puede atribuir a la disminución de la capacidad total de la máquina ya sea por problemas de calibración o por fallas mecánicas de esta misma las cuales son

atribuidas a la disponibilidad del equipo ya que son detenciones no programadas.

Por lo cual, la cascada de pérdida, será quien entregará de forma desglosada a que corresponde cada pérdida, por ejemplo, para el periodo de enero 2018 tenemos el principal factor de pérdida de tiempo por motivo de falla de máquina con un 15% lo cual corresponde a 46,01 horas, se desglosa en, (falla de máquinas 45,76 horas. y falla estampadora 0,25 horas.); Setup con un 14% lo cual corresponde a 45,36 horas; Operaciones con un 10% correspondientes a 31,86 horas y se descompone en (sin operador 19,11 horas, puesta en marcha 7 horas, pruebas 4 horas, sin materia prima o insumos 1,75 horas); velocidad con un 2% el cual corresponde a 5,08 horas.

En total una cantidad correspondientes a 128,31 horas las que se utilizaron en distintas actividades las cuales no generan ningún tipo de valor agregado, si a estas horas les descontamos los cambios de Set up y puestas en marchas tendríamos un total de 82,95 horas lo cual corresponde a 33.180 unidades que se dejaron de producir en el mismo periodo las cuales de ser cuantificada generan pérdidas para la empresa.

## **V.1 Recomendaciones**

Generado el análisis de los resultados, se realizan las siguientes recomendaciones.

Realizar detenciones programadas de mantenimiento con la finalidad de realizar mantenciones generales de las maquinas en uso y

enfocarlo al OEE, es por este motivo y de acuerdo a lo observado con anterioridad que surge las necesidades de depurar aún más los motivos de falla de máquina y poder desglosarlo en motivos más específicos ya que el solo tener un motivo se convierte en una bolsa negra la cual seguirá escondiendo actividades que no corresponden al proceso productivo.

Se deberá establecer un tiempo de set up optimo, con el fin de poder establecer una meta alcanzable y de esta forma poder controlar y disminuir los tiempos de detención de maquina por este concepto.

Generar traslapes en los turnos con el fin de evitar la detención de la línea productiva o reducirlo en lo posible los tiempos de detención por este concepto, ya que esto corresponde a 30 minutos por turno.

## **V.1. Conclusión**

La metodología planteada para medir la eficiencia global de equipos no pretende dar solución a todos los problemas de la empresa, pero si ayudará a crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas, los encargados de mantenimiento y a la alta gerencia para trabajar en la mejora continua y optimizar la eficiencia , además minimizará algunas pérdidas y por lo tanto ayudará a reducir costos que han sido producidos por mermas, paradas, trabajos ineficientes, defectos de máquinas etc. Todo ello contribuirá en ganancias para la empresa y para los colaboradores.

Además, esta metodología entregará soluciones prácticas a la hora de tomar decisiones entre los departamentos de producción y mantención,

ya que de acuerdo a los resultados obtenidos, se pueden llegar a conclusiones como las siguientes: capacitar al personal que opera las máquinas para que detecte y solucione problemas de poca dificultad, evitando pérdidas de tiempo en la operación o frente a la respuesta por parte del departamento de mantenimiento, aumentar el mantenimiento de maquinaria de manera periódica y con mantenciones planificadas para evitar y disminuir averías que provocan la minimización de la eficiencia.

El mejorar la eficiencia global de equipo, ayudará a la empresa a realizar cambios positivos en sus planes de producción generados por el departamento de planificación, ya que a medida que el indicador vaya aumentando, se podrá realizar variaciones como por ejemplo el establecer lotes mínimos de producción los cuales ayudaran a reducir los cambios de formato mejorando el rendimiento, y de esta forma mejorar con el plan de producción establecido.

Por otro lado, a pesar de que la medición de eficiencia global de equipos mide en un único indicador todos los parámetros fundamentales en la producción (disponibilidad, rendimiento y calidad), lo cual puede verse como una ventaja, también será de gran ayuda realizar un análisis individual de cada parámetro para obtener una idea clara de cuánto afecta cada uno en la variación de la eficiencia dentro de la línea productiva, con el fin de poder enfocar la información entregada y hacer que cada área genere las acciones que corresponden a su círculo de dominio y de esta forma evitar caer en culpar a solo un área y responsabilizarlo del total de los motivos.

## **GLOSARIO**

Scrap: Rechazo interno de producción.

Erp: corresponde a las siglas en inglés de planificación de recursos empresariales, es un sistema informático que facilita la gestión de una empresa en todos sus ámbitos (recursos humanos, compras, ventas, etc.)

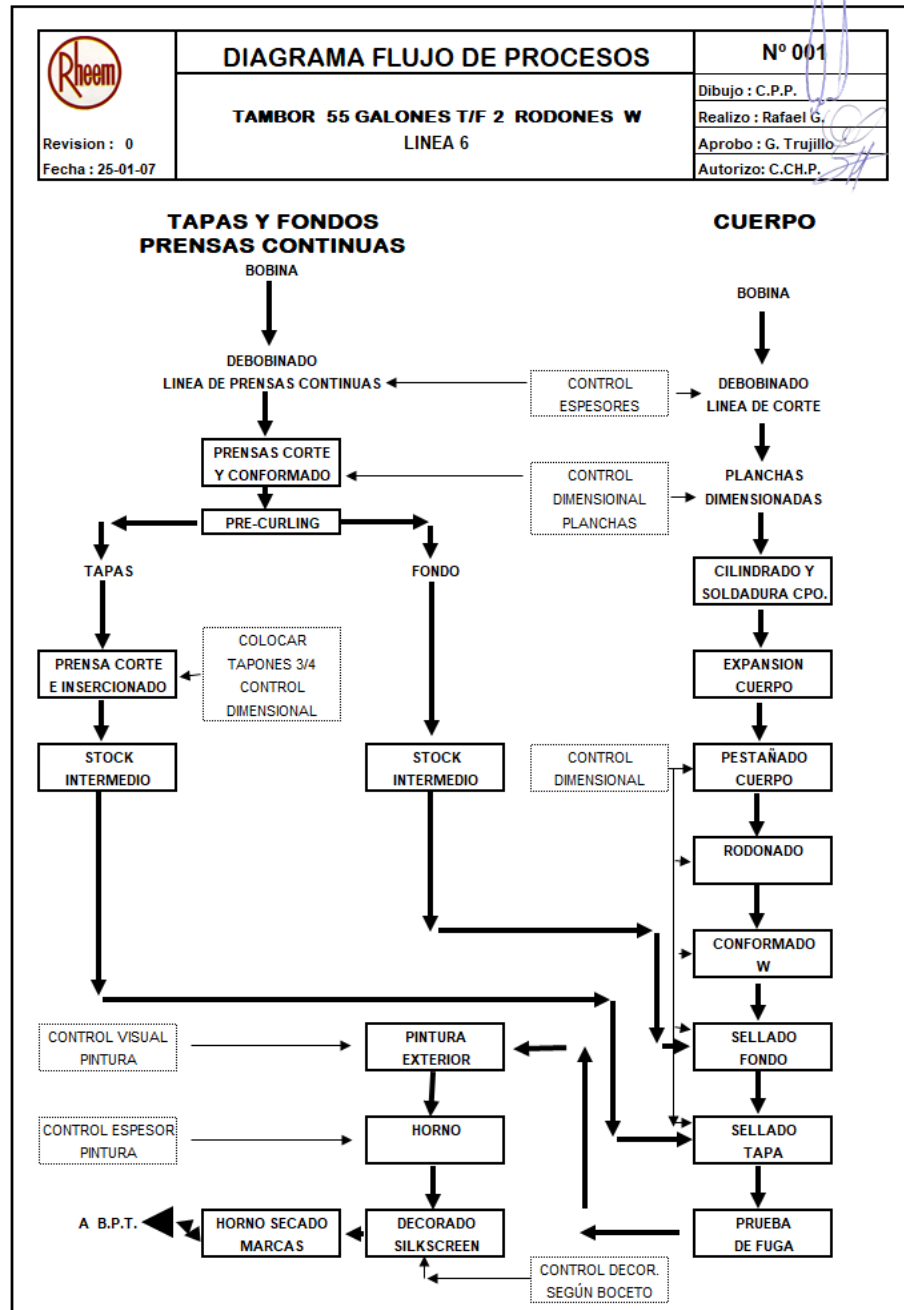
Sap: ha sido uno de los grandes nombres en el ámbito de los ERP durante décadas, y con frecuencia se atribuye la fundación de la tecnología. SAP ERP es un conjunto de piezas de software que comprenden el ciclo financiero completo, recursos humanos, operaciones, compras, tesorería y otras funciones empresariales. En la actualidad es el ERP con más clientes del mercado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Felipe Contreras, G. S. (2015). Procedimiento de control de produccion Rheem chilena. Santiago, Chile.
2. Garrido, S. G. (17 de 04 de 2008). *Xing*. Obtenido de <https://www.xing.com/communities/posts/tpm-que-es-y-como-se-implanta-1004976420>
3. hildebrandt. (29 de 04 de 2015). *hildebrandt gruppe*. Obtenido de hildebrandt gruppe: [www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-la-norma-iso-90012008/](http://www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-la-norma-iso-90012008/)
4. PDCA. (2012). Obtenido de [www.pdca.com.br](http://www.pdca.com.br)
5. Proalnet. (2018). <http://www.proalnet.com/index.php/blog/27-como-calcular-el-oee-overall-equipment-efficiency-o-eficiencia-general-de-los-equipos>.
6. RENOVE TECNOLOGIA. (2012). *Mantenimiento Petroquimica.com*. Obtenido de <http://mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>
7. rheem chilena . (s.f.). *rheem chilena* . Obtenido de rheem chilena Web site: [www.rheem.cl](http://www.rheem.cl)

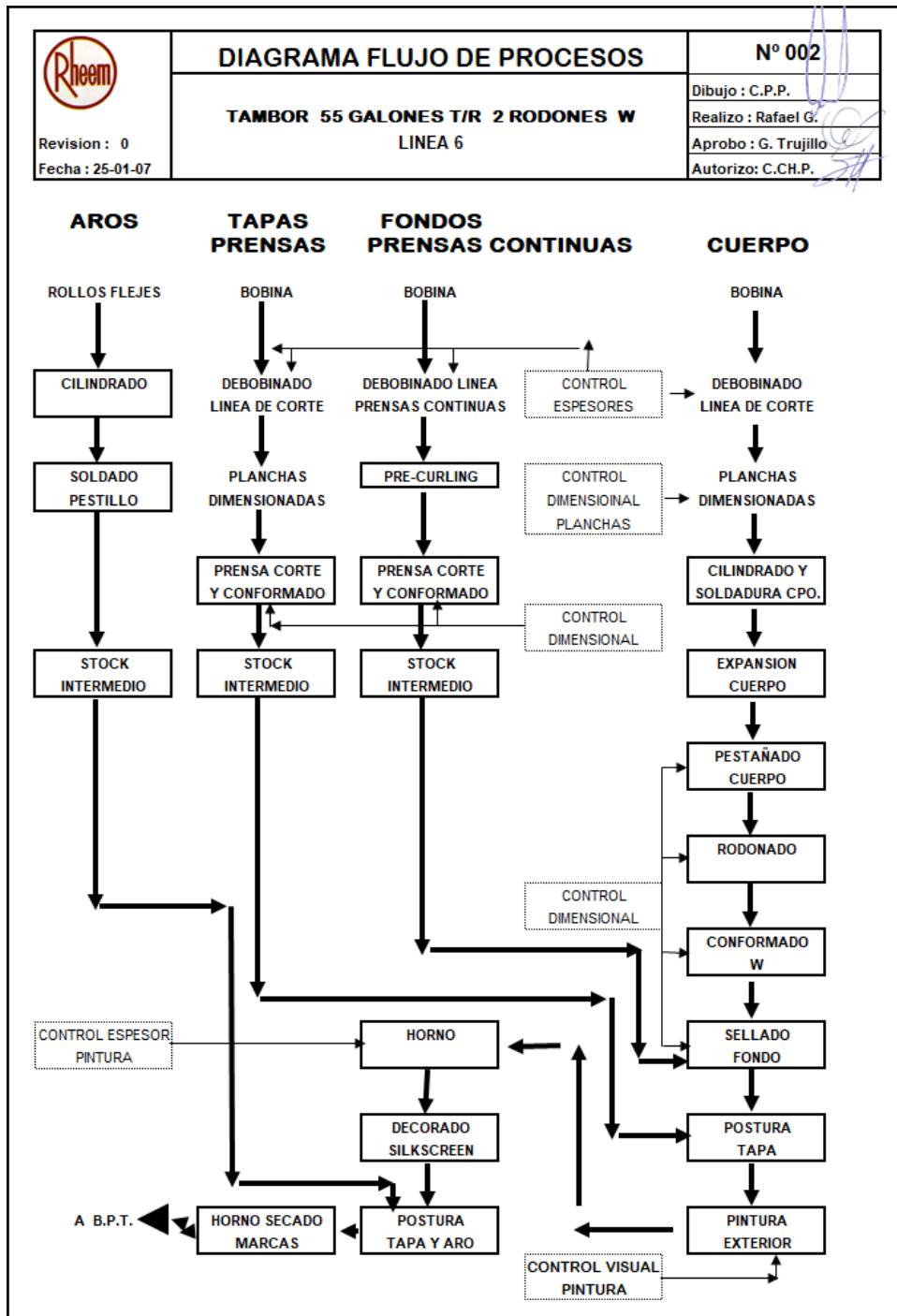
## ANEXOS

### Anexo 1: Diagrama de flujo de procesos Tambores de 55 galones tapa fija 2 rodones W.



Fuente: Departamento de mejora continua Rheem chilena

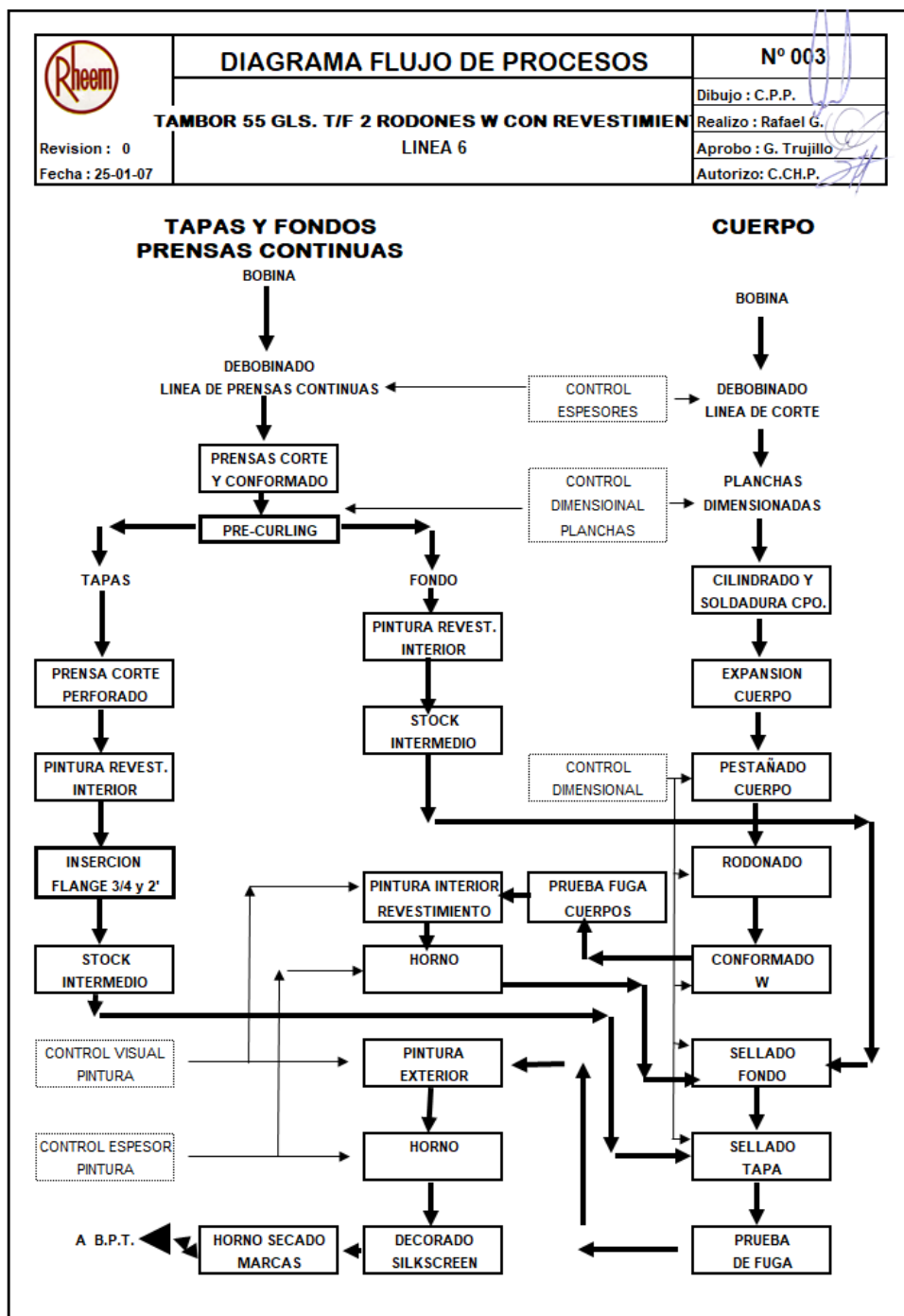
**Anexo 2: Diagrama de flujo de procesos Tambores de 55 galones tapa removible 2 rodones W.**



**Fuente:** Departamento de mejora continúa Rheem chilena.

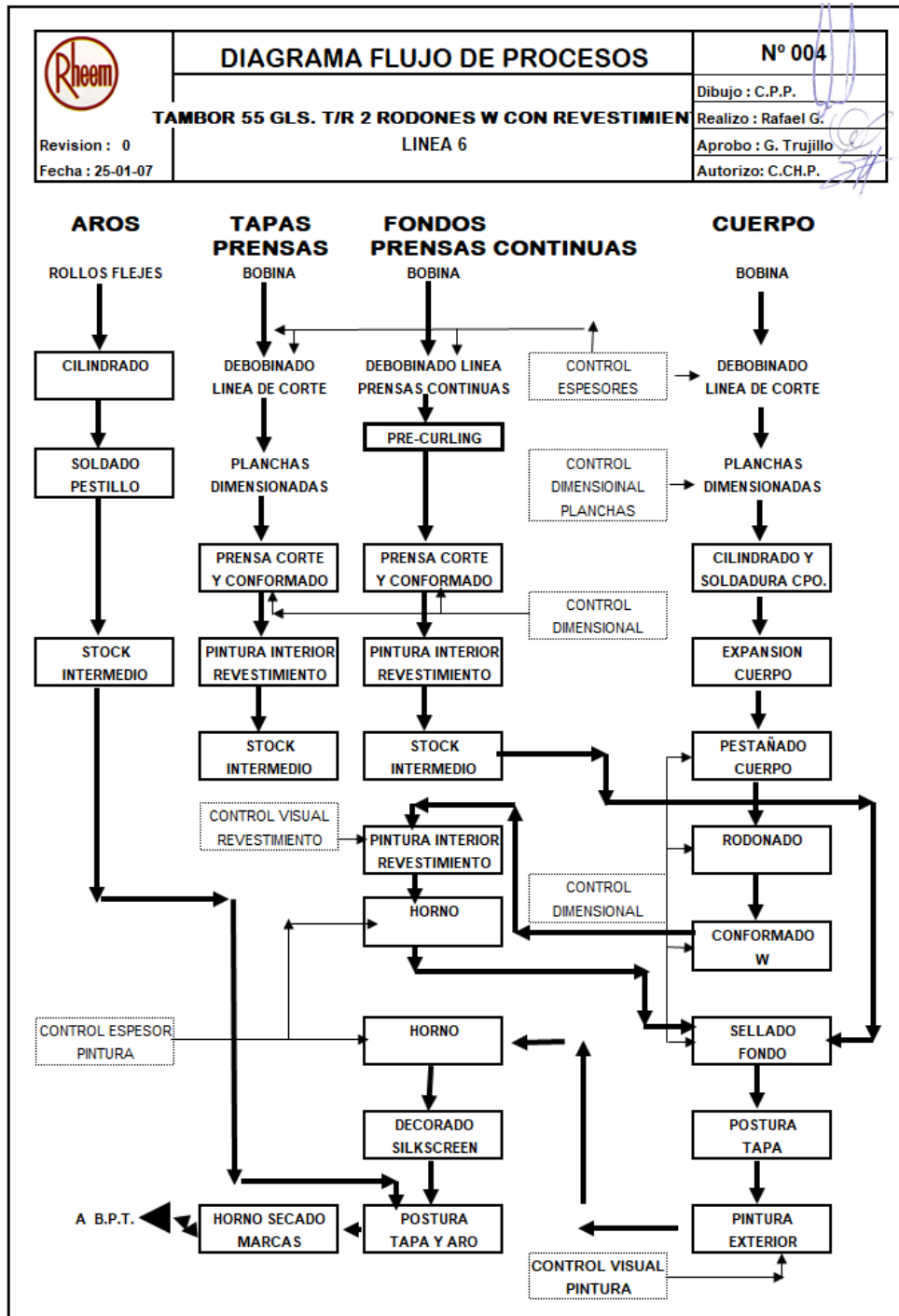


**Anexo 3: Diagrama de flujo de procesos Tambores de 55 galones tapa fija 2 rodones W con revestimiento.**



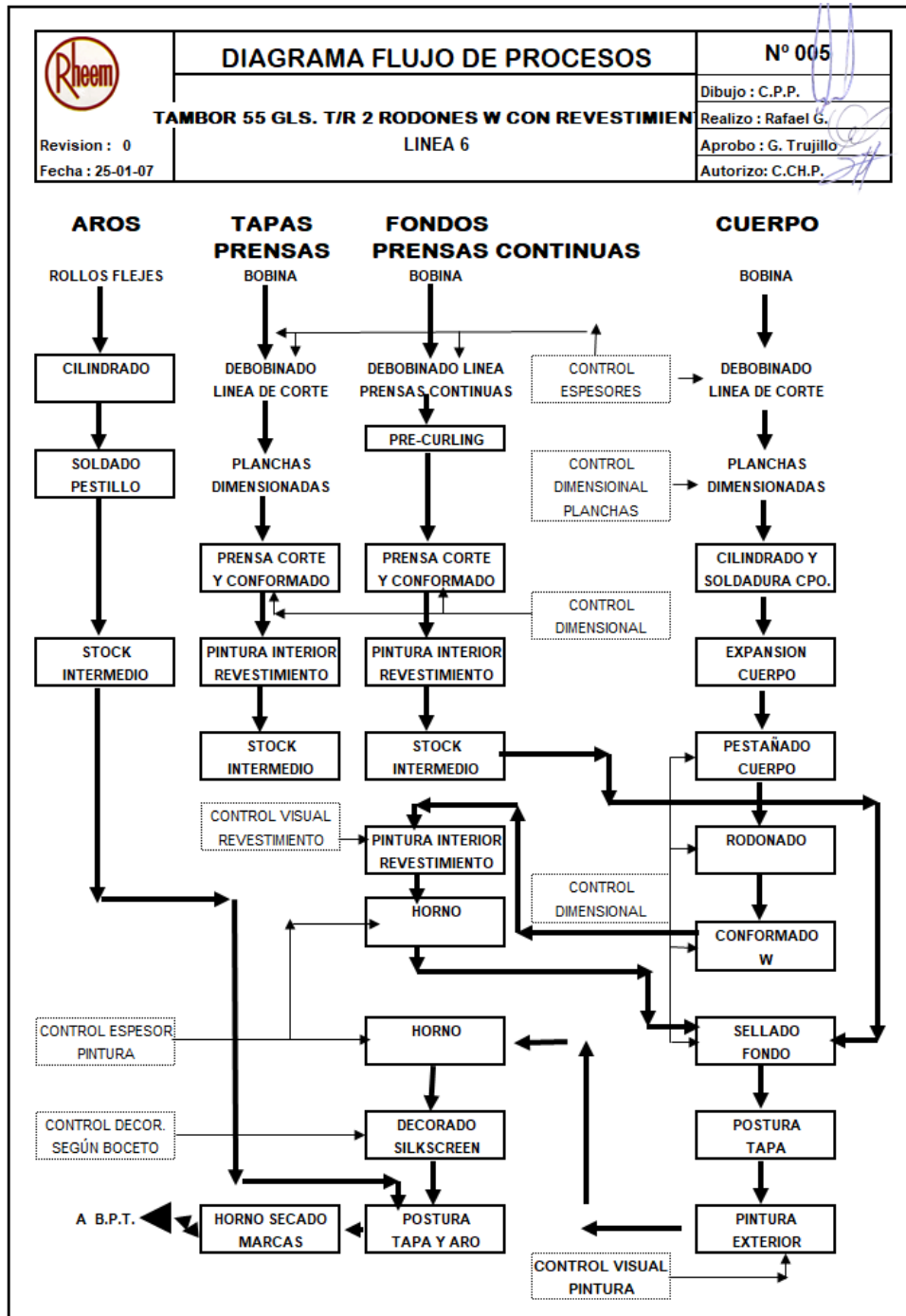
**Fuente:** Departamento de mejora continúa Rheem chilena.

**Anexo 4: Diagrama de flujo de procesos Tambores de 55 galones tapa removible 2 rodones W con revestimiento.**



**Fuente:** Departamento de mejora continua Rheem chilena.

**Anexo 5: Diagrama de flujo de procesos Tambores de 55 galones tapa removible 2 rodones W con revestimiento.**



**Fuente:** Departamento de mejora continúa Rheem chilena.


## Anexo 6: OEE o Eficiencia general de equipos

### COOIS

- Seleccionar

Caracteres usados por planta	
F*	Planta Metalico
P*	Planta Metalico
G*	Planta Plastico



- Lista notificaciones
- Disposición Control OEE
- Selección
  - Material (inicial de cada material con el \*)
  - Centro de producción: RH01

- F8 o Ejecutar 

Lista Tratar Basar a Opciones Tratamiento en masa Sistema Ayuda

Sistema info de orden: Notificaciones

Número de material	Fe.contab.	Ctd.buena	Orden	PstoTbjo	Texto de material	Unidad	Ctd.op.	Rechazo	Operación	Registrado el	Hora	Inicio ejecuc.	Inic.real	Fin ejecución	Fin real	Ctd.empl.
FAK8000A32TH0000Y9	14.07.2015	360	50000002	24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0	0010	17.08.2015	15:47:12	14.07.2015	15:15:00	14.07.2015	16:45:00	3,00
FAK8000A32TH0000Y9	14.07.2015	360		24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0		17.08.2015	15:41:08			14.07.2015	16:45:00	3,00
FAK8000A32TH0000Y9	14.07.2015	360		24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0		14.07.2015	17:02:03			14.07.2015	16:45:00	3,00
FAK8000A32TH0000Y9	15.07.2015	984		24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	2		17.08.2015	15:49:35	22:45:00		14.07.2015	23:15:00	0,00
FAK8000A32TH0000Y9	15.07.2015	984		24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	2		17.08.2015	15:41:22			15.07.2015	03:15:00	7,00
FAK8000A32TH0000Y9	15.07.2015	984		24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	2		15.07.2015	09:27:30			15.07.2015	03:15:00	7,00
FAK8000A32TH0000Y9	15.07.2015	984		24050001	TF 55/85 INSE R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	2		17.08.2015	15:51:31		23:15:00	15.07.2015	03:15:00	7,00
FDK0088032TH0000Y9	21.07.2015	1.344	50000003	46248101	FD 55/85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0		30.07.2015	10:44:42	21.07.2015	07:45:00	21.07.2015	12:45:00	5,00
FDK0088032TH0000Y9	24.07.2015	1.344		46248101	FD 55/85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0		30.07.2015	10:41:36			21.07.2015	12:45:00	5,00
FDK0088032TH0000Y9	24.07.2015	1.344		46248101	FD 55/85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0		24.07.2015	16:58:35			21.07.2015	12:45:00	5,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	0	50000004	46238401	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0		09.07.2015	13:10:52	09.07.2015		09.07.2015	10:10:00	8,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	0		46238401	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0		05.08.2015	09:58:32			09.07.2015	10:10:00	8,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	0		46238401	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0		05.08.2015	10:00:53			09.07.2015	10:10:00	0,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	0		52300001	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0	0020	09.07.2015	13:17:05			09.07.2015	10:10:00	3,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	400		46238401	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0	0010	09.07.2015	13:13:01	10:10:00		09.07.2015	12:30:00	8,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	400		52300001	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0	0020	09.07.2015	13:19:28			09.07.2015	12:30:00	3,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	200		46238401	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0	0010	09.07.2015	19:33:36	12:30:00		09.07.2015	13:20:00	8,00
FIK8880001RE0000G9	09.07.2015	200		52300001	NJ 01-06-16 FIK88800A1RE0000G9	UN	600	0	0020	09.07.2015	19:34:58			09.07.2015	13:20:00	3,00
FCX080F032TH0000YD	08.07.2015	0	50000005	46238801	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0	0010	08.07.2015	08:18:33	07.07.2015	19:45:00	07.07.2015	20:10:00	5,00
FCX080F032TH0000YD	08.07.2015	0		31141001	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0	0030	08.07.2015	08:27:51			07.07.2015	20:10:00	3,00
FCX080F032TH0000YD	08.07.2015	1.344		46238801	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	14	0010	08.07.2015	08:22:36	20:10:00		08.07.2015	04:35:00	5,00
FCX080F032TH0000YD	08.07.2015	1.344		31141001	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0	0030	08.07.2015	08:29:44			08.07.2015	04:35:00	3,00
FCX080F032TH0000YD	08.07.2015	0		46238801	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0	0010	08.07.2015	08:24:18	08.07.2015	04:35:00	08.07.2015	04:50:00	5,00
FCX080F032TH0000YD	08.07.2015	0		31141001	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 ROJ 3011	UN	1.344	0	0030	08.07.2015	08:31:08			08.07.2015	04:50:00	3,00
FCX080F032AEK30YD	09.07.2015	0	50000006	46238801	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 N/1004/N/ CA EXIO	UN	1.440	0	0010	09.07.2015	17:51:46	09.07.2015	05:45:00	09.07.2015	06:45:00	5,00
FCX080F032AEK30YD	09.07.2015	0		31141001	CP 55 85 R/EP ROJ 3998 N/1004/N/ CA EXIO	UN	1.440	0	0030	09.07.2015	18:14:11			09.07.2015	06:45:00	3,00

- Marcamos la columna de Fe. Contabilización.
- Fijar filtro 
- Seleccionamos el periodo a trabajar (2017)
- Ejecutar 

ListaTratarBasar aOpcionesTratamiento en masaSistemaAyuda

- Seleccionar toda la información
- Agregar filtro
- Seleccionar filtro en columna de descripción, dejar solo las vacías
- En las columnas de las actividades solo seleccionar las con tiempo 0,00 hrs.
- Se seleccionan todas las filas y se eliminan.
- Quitar los filtros
- Seleccionar columnas de acuerdo al orden del archivo info OEE dispuesto en la carpeta N.
  - Inicio
  - Mi PC
  - Disco N
  - Planta metálico
  - Informe OEE
  - OEE Metálicos Rheem 2017
    - Base (copiar según orden de la Base las columnas correspondientes)
    - Dinámica peso (botón derecho actualizar)
    - Dinámica unidades (botón derecho actualizar)
    - Agregar fecha a analizar (esto se lleva con un desfase de 24 hrs.)
  - Guardar.

**Fuente:** Felipe Contreras, G. S. (2015). Procedimiento de control de producción Rheem chilena. Santiago, Chile